

Rotating electrical machine e.g. starter-generator for motor vehicle, has coils of parts with differing cross-sectional shapes and/or areas in coil sides and connecting heads; at least one full winding is shaped part made in one piece

Patent Assignee: CONTINENTAL ISAD ELECTRONIC SYSTEMS GMBH

Inventors: MASBERG U

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 10055750	A1	20011206	DE 1055750	A	20001110	200214	B

Priority Applications (Number Kind Date): DE 1054101 A (19991110)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 10055750	A1		15	H02K-001/06	

Abstract:

DE 10055750 A1

NOVELTY The machine has a stator or rotor containing a winding arrangement with several coils, each with one or more windings (1), and a stator or rotor body with grooves. The coils form coil sides (4) in the grooves and connecting heads (5) outside the grooves and are made of one or more parts with a different cross-sectional shape and/or area in the coil sides and connecting heads. At least one full winding is made of a shaped part made in one piece.

DETAILED DESCRIPTION INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following: a method of manufacturing a stator or rotor for a rotary electrical machine.

USE E.g. a multi-phase induction or synchronous machine. E.g. starter-generator for motor vehicle.

ADVANTAGE The number of connections required is at least halved.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) The drawing shows a schematic plan view representation of a winding made in one piece

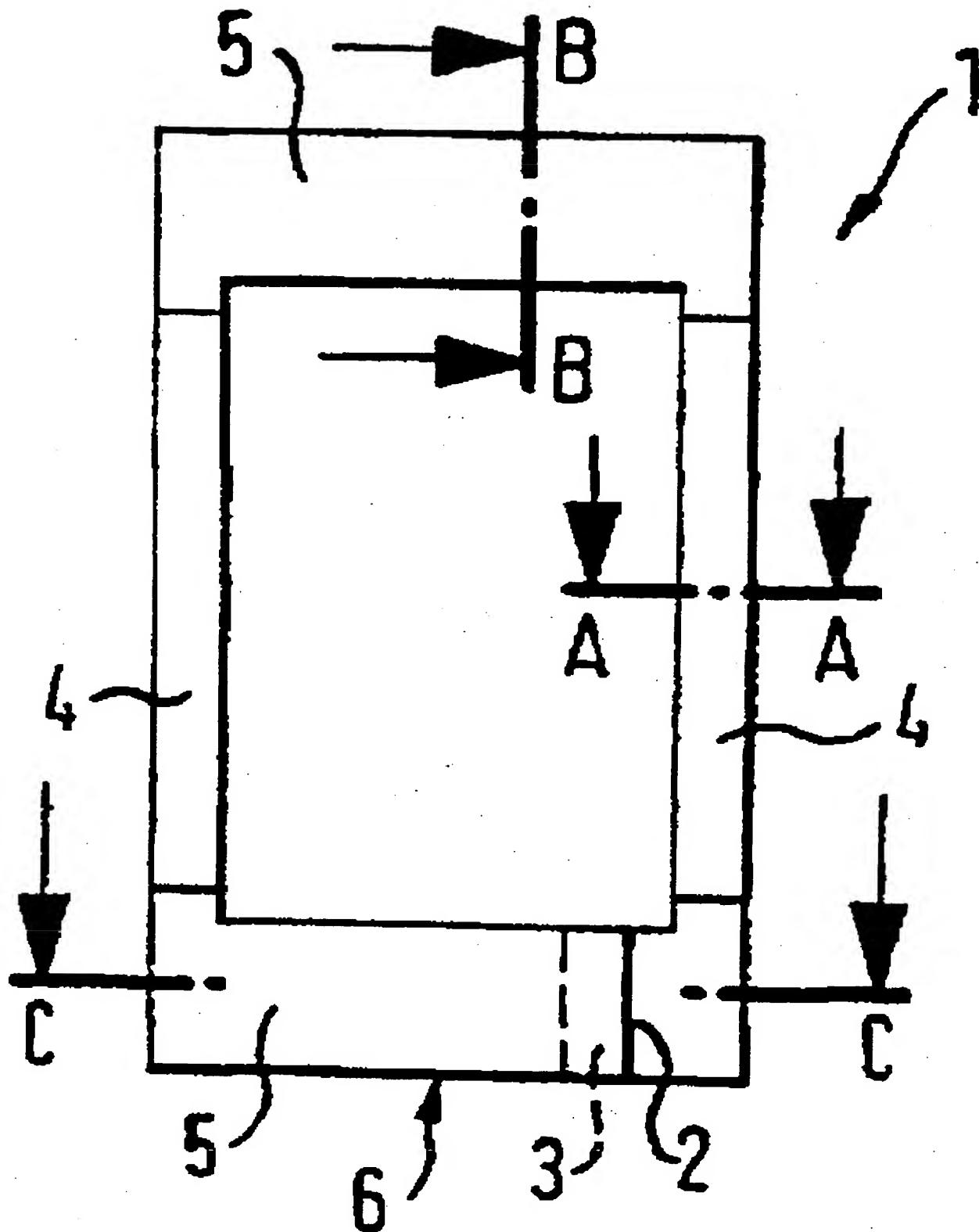
winding (1)

coil sides (4)

connecting heads (5)

pp; 15 DwgNo 1/17

BEST AVAILABLE COPY



Derwent World Patents Index
© 2003 Derwent Information Ltd. All rights reserved.
Dialog® File Number 351 Accession Number 14278071

BEST AVAILABLE COPY



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑬ DE 100 55 750 A 1

⑭ Int. Cl. 7:
H 02 K 1/06

H 02 K 1/16
H 02 K 1/26
H 02 K 3/12
H 02 K 15/085
H 02 K 15/09

⑮ Aktenzeichen: 100 55 750.3
⑯ Anmeldetag: 10. 11. 2000
⑰ Offenlegungstag: 6. 12. 2001

⑱ Innere Priorität:
199 54 101. 9 10. 11. 1999

⑲ Erfinder:
Masberg, Ullrich, Prof. Dr., 51503 Rösrath, DE

⑳ Anmelder:
Continental ISAD Electronic Systems GmbH & Co.
oHG, 86899 Landsberg, DE

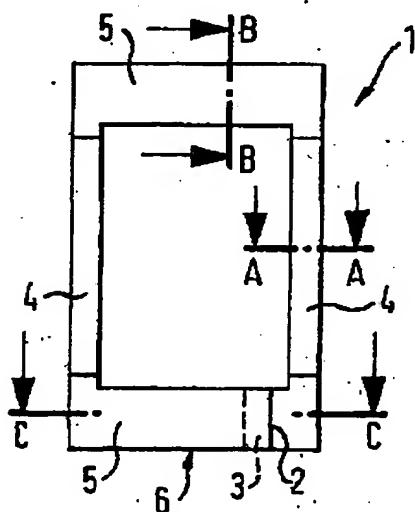
㉑ Vertreter:
Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉒ Umlaufende elektrische Maschine sowie Verfahren zur Herstellung eines Ständers oder Läufers einer
umlaufenden elektrischen Maschine

㉓ Die Erfindung betrifft eine umlaufende elektrische Maschine mit einem Ständer oder Läufer, der folgendes umfaßt: eine Wicklung mit mehreren Spulen (11) mit jeweils einer oder mehreren Windungen (1), und einen den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit Nuten (9), wobei die Spulen (11) in den Nuten (9) liegende Spulenseiten (4) und außerhalb der Nuten (9) liegende Verbindungsköpfe (5) bilden und jeweils aus einem oder mehreren Formteilen mit einer Querschnittsform und/oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfen (5) unterschiedlich ist, gebildet sind. Die Maschine ist dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine vollständige Windung (1) aus einem einstückig hergestellten Formteil gebildet ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines Ständers oder Läufers einer umlaufenden elektrischen Maschine.



DE 100 55 750 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 100 55 750 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine umlaufende elektrische Maschine mit einem Ständer oder Läufer, der folgendes umfaßt: eine Wicklung mit mehreren Spulen mit jeweils einer oder mehreren Windungen, und einen den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper mit Nuten, wobei die Spulen jeweils aus einem oder mehreren Formteilen mit einer Querschnittsform und/oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten und Verbindungsköpfen unterschiedlich ist, gebildet sind. Unter "Spulenseiten" versteht man diejenigen Teile der Spule, die in den Nuten verlaufen, und unter "Verbindungsköpfen" diejenigen, die außerhalb der Nuten verlaufen und der Verbindung der in den Nuten verlaufenden Windungsabschnitten dienen. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Maschine.

[0002] Der Ständer von umlaufenden elektrischen Wechselstrommaschinen (z. B. Mehrphasen-Induktions- oder -Synchroomaschinen in Innenläufer- oder Außenläuferbauart) ist i. a. mit einer Wicklung z. B. aus Kupferdraht ausgestattet. Der durch diese Wicklung fließende Strom erzeugt ein elektromagnetisches Drehfeld, dessen Wirkung über den Luftspalt hinweg eine Drehbewegung des Läufers hervorruft. Die Wicklung wird in Nuten des Ständerkörpers, die in der Regel parallel oder in einem kleinen Winkel zur Drehachse verlaufen, aufgenommen.

[0003] Herkömmlicherweise wird bei elektrischen Maschinen die Wicklung durch gewickelte Drahtspulen gebildet. Da die Drähte in der Regel einen kreisrunden Querschnitt aufweisen, beträgt der Füllfaktor in den Nuten nur etwa 40%. Da bei gewickelten Drahtspulen nicht festlegbar ist, welche Windungen nebeneinander zu liegen kommen, muß die Isolierschicht mindestens die Durchschlagfestigkeit der an der Wicklung anliegenden maximalen Spannung haben. Außerdem ragen bei gewickelten Spulen wegen des Zwangs zur Einhaltung von bestimmten Mindestbiegeradien die Verbindungsköpfe relativ weit in axialer Richtung aus. Dies wirkt sich nachteilig hinsichtlich des Raumbedarfs und der ohmschen Verluste der Wicklung aus.

[0004] Bereits frühzeitig wurde (z. B. in der DE-AS 10 06 506) vorgeschlagen, die Wicklung elektrischer Maschinen nicht aus Drahtgebilden aufzubauen, sondern aus in die Nuten einzusetzenden Stäben mit im allgemeinen rechteckigem Querschnitt. Diese Stäbe müssen nach dem Einsetzen außerhalb der Nuten elektrisch miteinander verbunden werden, um eine zusammenhängende Spule zu ergeben. Gemäß DE-AS 10 25 058 werden die Stäbe seitlich in die Nuten eingeschoben. Eine weitere Stabwicklung ist beispielsweise aus der DE 27 41 415 A1 bekannt.

[0005] Die DE 197 36 645 A1 schlägt vor, bei einer elektrischen Linearmaschine die Wicklung aus C-förmigen Formteilen, sog. Blechabschnitten aufzubauen. Um einen möglichst hohen Füllfaktor bei gleichzeitig kompakten Verbindungsköpfen zu erzielen, weisen die Blechabschnitte im Verbindungskopfbereich eine flachere Querschnittsform und eine kleinere Querschnittsfläche als im Nutbereich auf. Zur Bildung einer Wicklung müssen wenigstens zwei Blechabschnitte in die entsprechenden Nuten eingesetzt und im Bereich des Verbindungskopfs miteinander verbunden (z. B. durch Laser verschweißt) werden. Die Druckschrift erwähnt auch, daß das "erfindungsgemäße Konzept" – also die Verwendung von Formteilen zum Einsetzen in jeweils eine Nut mit unterschiedlichem Querschnitt im Nut- und Verbindungskopfbereich – auch bei Rotationsmaschinen Anwendung finden kann und nicht nur bei in den Figuren gezeigten Linearmaschinen: Es ist ferner die Möglichkeit erwähnt, aus den Blechabschnitten gebildete Spulen in die

Nuten einzusetzen (S. 2, Z. 51–52). Dies bezieht sich aber nur auf Linearmaschinen, da bei Rotationsmaschinen der Abstand der Nuten nach außen zunimmt und die Druckschrift keine Angaben dazu macht, wie etwa das Einsetzen von Spulen in solchen Fällen mit zunehmendem Nutabstand möglich sein sollte.

[0006] Aus der DE 44 11 749 A1 ist eine Ständerwicklung aus C-förmigen Formteilen bekannt, die im Verbindungskopfbereich eine andere Querschnittsform als im Nutbereich aufweisen. Die Formteile werden nicht im Bereich des Verbindungskopfs, sondern im Nutbereich verschweißt. Die gesamte Wicklung wird zunächst ohne Ständerkörper erstellt. Dieser wird erst dann um die fertige Wicklung herum aufgebaut, indem einzelne Segmente aus weichmagnetischem Material in die Wicklung eingesetzt werden.

[0007] Als ferner liegender Stand der Technik seien schließlich noch die DE-PS 18 12 730, die eine elektrische Maschine mit nutlosem Anker betrifft, sowie die GB-PS 1 329 205, die einen Linearmotor betrifft, genannt. Aufgrund der dort anderen technischen Gegebenheiten sind die dortigen, den Wicklungsaufbau betreffenden Aspekte nicht auf die eingangs genannte umlaufende (d. h. rotierende) elektrische Maschine, die mit einem Ständer bzw. Läufer mit Nuten ausgerüstet ist, übertragbar.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, elektrische Maschinen der eingangs genannten Art sowie Verfahren zur Herstellung des Ständers oder Läufers solcher Maschinen weiterzubilden.

[0009] Die Erfindung stellt hierzu gemäß Anspruch 1 eine elektrische Maschine der eingangs genannten Art bereit, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß wenigstens eine vollständige Windung aus einem einstückig hergestellten Formteil gebildet ist.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren definiert gemäß Anspruch 14 die Reihenfolge des Aufbaus des Ständers bzw. Läufers. Und zwar werden die Wicklungsteile in den – vorzugsweise in Umfangsrichtung einstückigen – Ständer bzw. Läufer eingesetzt. Es werden also nicht etwa Ständerteile um die fertige Wicklung herum zu einem Ständerkörper zusammengebaut, wie es die o. g. DE 44 11 749 A1 vorschlägt. Andererseits verlangt das Verfahren gemäß Anspruch 14 im Gegensatz zu Anspruch 1 nicht, daß die einzusetzende Windungen einstückig hergestellt sind. Es genügt vielmehr, daß Sie einstückig sind – sie können also durch Verbindung mehrerer Teile entstandene Stücke sein.

[0011] Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren stehen damit steht im Gegensatz zu den Vorschlägen gemäß dem o. g. Stand der Technik, wonach die Formteile jeweils nur die Hälfte einer Windung bilden.

[0012] Die Vorteile von Formteilwicklungen – insbesondere der bei der oben genannten DE 197 36 645 A1 große erzielbare Füllfaktor – wird durch eine große Zahl von erforderlichen Leiterverbindungen erkauft. Beispielsweise müssen bei einer Maschine mit 144 Spulen und 8 Windungen pro Spule ungefähr 1150 Schweißverbindungen der die Spulen bildenden Formteile hergestellt werden. Dies erfordert einen gewissen Aufwand bei der Fertigung. Wenn gleich derartige Verbindungen mit dem heutigen Stand der Laser-Schweiß-Technik als sicher und langlebig einzustufen sind, kann eine derart große Zahl von Schweißverbindungen für bestimmte Anwendungen als problematisch angesehen werden.

[0013] Die erfindungsgemäße Maschine weist demgegenüber den Vorteil auf, daß die Anzahl der erforderlichen Verbindungsstellen zumindest halbiert ist, da hier die im Stand der Technik bekannten Formteile, die einer halben Windung entsprechen, durch solche ersetzt werden, die wenigstens ei-

ner ganzen Windung (also einem 360° -Umlauf) entsprechen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist zumindest die Zahl der nach dem Einsetzen herzustellenden Verbindungen halbiert. Dies ist vorteilhaft, denn vor dem Einsetzen können Leiterverbindungen mit größerer Dauerfestigkeit hergestellt werden, da hier beispielsweise beim Schweißvorgang mehr thermische Energie in die Schweißstelle eingebracht werden kann. Noch deutlicher kommen diese Vorteile zum Tragen, wenn das in die Nuten einzusetzende Formteil mehrere Windungen bildet, also z. B. die Form einer Wendel hat. Verwendet man beispielsweise vollständige, einstückig hergestellte Formteil-Spulen, die acht Windungen bilden, so verringert sich die Anzahl der erforderlichen Verbindungsstellen auf ungefähr 1/16 (strenge nommen nur ein 1/15, da die Spule mit zwei Zuleitungen verbunden werden muß). Bei dem genannten Beispiel wären also statt 1150 Schweißstellen nur noch ungefähr 80 erforderlich.

[0014] Unter "einstückig hergestellten" Formteilen sind solche zu verstehen, die aus einem Stück hergestellt sind, beispielsweise durch Gießen, Pressen, Stanzen, Präßen und/oder Biegen. Nicht unter diesen Begriff fallen einstückige Windungen, die z. B. durch Verschweißen mehrerer Einzelteile hergestellt sind. Umgekehrt umfaßt aber der Begriff "einstückig" sowohl "einstückig hergestellt" als auch "aus Teilen einstückig verbunden".

[0015] In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Maschine und des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben.

[0016] Vorzugsweise handelt es sich auch bei der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine nicht um eine solche, bei der ähnlich der DE 44 11 749 A1 zunächst die Wicklung fertiggestellt wird, und erst anschließend der dem magnetischen Fluß der Wicklung führende Ständer- bzw. Läuferkörper aus Segmenten um die bereits fertiggestellte Wicklung herum aufgebaut wird. Vielmehr wird vorzugsweise ein Ständer- bzw. Läuferkörper verwendet, der bereits zum Zeitpunkt des Einsetzens der Windungen oder Spulen in die Nuten ein in Umfangsrichtung einstückiger Körper ist (Anspruch 2). Da derartige Ständer- bzw. Läuferkörper zur Vermeidung von Wirbelströmen im allgemeinen aus einem Paket von mehreren, in Axialrichtung gegeneinander isolierten Blechschichten bestehen, liegt im allgemeinen keine Einstückigkeit in Axialrichtung – sondern nur in Umfangsrichtung – vor. Hinsichtlich des Begriffs "einstückig" gilt obige Begriffsdefinition.

[0017] Vorzugsweise wird auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine einstückig hergestellte – und nicht nur einstückige – Windung in die Nuten eingesetzt (Anspruch 15).

[0018] Vorzugsweise füllt jeweils eine Windung in den Spulenseiten die Nutbreite aus. Demnach werden also nicht etwa zwei oder mehrere Windungen nebeneinander in die Nuten eingesetzt, sondern nur übereinander. Um ein Einsetzen solcher Windungen in die Nuten zu erlauben, können diese nicht an den Nutköpfen durch Polschuhe oder ähnliches verengt sein. Zur Erzielung kompakter Verbindungsköpfe ist die Windung vorteilhaft in den Verbindungsköpfen flacher und breiter als in den Spulenseiten ausgebildet, wobei deren Querschnittsfläche in diesen beiden Bereichen im wesentlichen gleich ist (Ansprüche 3 und 16).

[0019] Gemäß Ansprüchen 4 und 17 weißt die Spule mehrere Windungen auf, ist also wendelförmig. Grundsätzlich kann eine derartige Spule aus mehreren, einstückig hergestellten 360° -Windungen aufgebaut sein. Die erforderlichen Verbindungen dieser Windungen (z. B. Schweißverbindungen) können – in herkömmlicher Weise – nach dem Einsetzen der Windungen in die Nuten hergestellt werden. Eine

andere Möglichkeit liegt darin, diese Verbindungen vor dem Einsetzen herzustellen; hierdurch sind Verbindungen mit höherer mechanischer Dauerfestigkeit und mit geringerem elektrischen Widerstand realisierbar.

[0020] Der oben genannte Vorteil einer Verringerung der Anzahl von Verbindungsstellen zeigt sich jedoch in besonderem Maße bei solchen Ausgestaltungen, bei denen die gesamte Spule – oder zumindest Teile der Spule, die mehrere Windungen umfassen – einstückig hergestellt sind (Ansprüche 5 und 18). Die Spule wird als ganzes in den Ständer- bzw. Läufer eingesetzt. Eine derartige Formspule ist beispielsweise durch wendelartiges Biegen eines langgestreckten Formteils möglich, bei dem sich Spulenseiten-Abschnitte und Verbindungskopf-Abschnitte mit ihren unterschiedlichen Querschnitten abwechseln.

[0021] Das Einsetzen von ganzen Windungen oder gar ganzen Spulen in Nuten eines Ständers- oder Läufers gestaltet sich bei Linearmaschinen angesichts der dort parallel verlaufenden Nuten relativ einfach. Anders verhält sich dies bei umlaufenden Maschinen, da dort die Nuten radial auseinanderlaufen. Eine Möglichkeit, trotz der nicht parallelen Verlaufs der Nuten ganze Windungen oder Spulen einzusetzen zu können, liegt darin, die Achse der Windung oder Spule gegenüber der Radialrichtung zu vertippen und die Windung bzw. Spule in der so erhaltenen Schrägstellung in die Nuten einzusetzen. Die Schrägstellung verkürzt nämlich die effektive Spulenweite, entsprechend dem verkürzten Nutabstand im Bereich der radial innen liegenden Nuteingänge. Im Verlauf der Einsetzbewegung ist die Schrägstellung der Windung bzw. Spule zunehmend zu verringern und somit die effektive Spulenweite zu vergrößern, entsprechend dem zunehmenden Nutabstand. Um das Einsetzen durch Schrägstellung zu ermöglichen, ist ein ausreichendes Spiel der Windungen in der Nut vorzusehen. Das Einsetzen durch Schrägstellung ist aber nur sinnvoll, wenn sich der Nutabstand mit zunehmender Entfernung von der Nutöffnung vergrößert (was z. B. der Fall ist bei einer Verwendung im Ständer einer Innenläufermaschine und im Läufer einer Außenläufermaschine), nicht aber bei einer Verringerung des Nutabstands (wie beim Ständer der Außenläufer- und beim Läufer der Innenläufermaschine).

[0022] Eine andere vorteilhafte Möglichkeit, ganze Windungen oder Spulen einzusetzen, besteht darin, z. B. durch eine entsprechend verformbare Ausgestaltung der Verbindungssäulen den Abstand der Spulenseiten soweit veränderlich zu gestalten, wie es erforderlich ist, um die Windung bzw. Spule in die Nuten einzusetzen zu können (Ansprüche 6 und 19). Bei dieser Lösung entfällt die obige Einschränkung, daß die Nuten radial auseinanderlaufen müssen, sie können vielmehr auch radial zusammenlaufen.

[0023] Gemäß Ansprüche 7 und 20 beruht eine bevorzugte Ausgestaltung zur Erzielung der genannten Verformbarkeit darauf, die Windung bzw. die Windungen der Spule wenigstens in einem Teil des Verbindungskopfs gewellt oder zick-zack-förmig auszubilden. Die Windungs- bzw. Spulenweite kann somit durch Anwendung von Druck oder Zug zitherharmonikaartig verkleinert oder vergrößert werden.

[0024] Das Einsetzen der Windung bzw. Spule in die Nuten erfolgt in Radialrichtung. Hierzu gibt es verschiedene Realisierungsmöglichkeiten. Gemäß Ausgestaltung der Ansprüche 8 und 21 weisen die Nuten an ihren offenen Enden – den sog. Nutköpfen – keine Verengung auf. Diese Lösung ist herstellungstechnisch einfach; die relativ große Breite der Nutkopföffnungen kann sich jedoch wegen der daraus resultierenden Verbreiterung des effektiven Luftspalts nachteilig für den Wirkungsgrad der elektrischen Maschine auswirken.

[0025] Bei anderen Ausgestaltungen sind die Nutkopföffnungen teilweise verschließbar ausgebildet. Sie erlauben

das Einsetzen der Windung bzw. Spule in einer Offen-Stellung, und können dann in eine Geschlossen-Stellung gebracht werden, bei der von der Nutkopföffnung nur noch ein relativ enger Spalt verbleibt. Die Breite dieses Spalts soll i. a. etwas größer als die Breite des Luftpalts zwischen Ständer und Läufer sein, um magnetische Kurzschlüsse innerhalb des Ständers zu vermeiden (Ansprüche 9 und 22). Vorteilhaft kann beispielsweise an den Nutköpfen ein- oder beidseitig jeweils eine Biegenase vorgesehen sein, welche in einer Stellung ein Einsetzen der Spule erlaubt und in einer anderen, ungebogenen Stellung die Nut teilweise verschließt.

[0026] Um die Spule gegen ein Verrutschen in der Nut und – bei offenen Nutköpfen – gegen ein Herausrutschen aus den Nuten zu sichern, ist vorteilhaft ein Befestigungsmittel vorgesehen (Ansprüche 10 und 23). Hierbei handelt es sich insbesondere um Sparmittel, z. B. Stifte, welche im Winkelkopfbereich angeordnet sind und dort die Spule halten (Ansprüche 11 und 24).

[0027] Vorzugsweise handelt es sich bei der elektrischen Maschine um eine Mehrphasenmaschine, insbesondere Dreiphasenmaschine, deren Wicklung entsprechend mehrere (insbesondere also drei) Stränge aufweist, wobei sich zu verschiedenen Strängen gehörende Spulen entlang des Umlangs überlappen (Ansprüche 12 und 25). Genauer liegen bei einer derartigen Wicklung zwischen den beiden Spulenseiten einer zu einem der Stränge gehörenden Spule jeweils eine der beiden Spulenseiten der anderen Spulen, die zu den anderen Strängen gehören. Beispiele für Dreiphasenwicklungen können etwa dem Buch "Elektrische Maschinen", Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co., 3. Auflage, 1994, S. 169–181 entnommen werden.

[0028] Gemäß Ansprüchen 13 und 26 sind die Verbindungsköpfe der einzelnen Spulen gebündelt; in Radialrichtung sind die Verbindungskopfbündel überlappender Spulen so angeordnet, daß sie sich radial ausweichen. Aus der ein- gangs genannten DE 197 36 645 A1 ist es zwar bekannt, die Verbindungsköpfe von Spulen zu bündeln. Die Verbindungskopfbündel laufen dort jedoch schräg zur Radialrichtung, wobei offenbar kein vollständiges Ausweichen in Radialrichtung erzielt wird. Vorliegend verlaufen die Wickelkopfbündel vorteilhaft im wesentlichen senkrecht zur Radialrichtung, wobei das Ausweichen dadurch erzielt wird, daß sie in für jeden Strang unterschiedlichen Radialpositionen verlaufen.

[0029] Die elektrische Maschine Ständer ist insbesondere als Kurbelwellenstarter-Generator für ein Kraftfahrzeug ausgebildet. Hierbei handelt es sich um einen Starter- und Generator, der konzentrisch auf der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors oder einer Wellenverlängerung hiervon sitzt und vorzugsweise ohne Zwischenübersetzung drehfest mit dieser Welle verbunden ist. Vorzugsweise handelt es sich um eine Drehstrommaschine in Asynchron- oder Synchronbauart.

[0030] Die Erfundung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen und der schematischen Zeichnung näher erläutert. Auch Merkmale, die nur gezeichnet, aber nicht ausdrücklich beschrieben sind, stellen Ausführungsbeispiele der Erfundung dar. In der Zeichnung zeigen:

[0031] Fig. 1 eine Draufsicht auf eine einstckig hergestellte Windung;

[0032] Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 1;

[0033] Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie B-B in Fig. 1;

[0034] Fig. 4 einen Schnitt entlang eines Teils der Linie C-C in Fig. 1;

[0035] Fig. 5 einen Axialschnitt eines Läuferausschnitts

beim Einsetzen einer Windung;

[0036] Fig. 6 eine Ansicht ähnlich Fig. 5, jedoch mit drei Windungsschichten;

[0037] Fig. 7 eine mehrere Windungen umfassende einstckige Spule;

[0038] Fig. 8 eine ausschnittsweise Schenadarstellung einer Dreiphasenwicklung;

[0039] Fig. 9 eine Ansicht in Axialrichtung auf die Wicklung von Fig. 8, dargestellt in einer linearen Abwicklung;

[0040] Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines aufgeschnittenen Ständerkörpers mit nur einem Verbindungs-kopf-Bündel;

[0041] Fig. 11 einen Radialschnitt eines Ständeraus-schnitts mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Sperrmittels;

[0042] Fig. 12 eine Ansicht ähnlich entsprechend Fig. 11, jedoch mit einem zweiten Ausführungsbeispiel eines Sperrmittels;

[0043] Fig. 13 eine Ansicht entsprechend Fig. 12, jedoch mit einem dritten Ausführungsbeispiel eines Sperrmittels;

[0044] Fig. 14 einen Axialschnitt im Bereich einer Nut eines Ständers mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Nutkopfes;

[0045] Fig. 15 eine Ansicht entsprechend Fig. 14, jedoch bei einem Ausführungsbeispiel eines Nutkopfes mit durch Biegenase verschließbarer Nut, gezeigt im offenen Zustand;

[0046] Fig. 16 eine Ansicht des Ausführungsbeispiels von Fig. 15, jedoch im geschlossen Zustand;

[0047] Fig. 17 eine Darstellung entsprechend Fig. 16, jedoch bei einem Ausführungsbeispiel mit zwei Biegenasen.

[0048] Fig. 18 eine stark schematisch vereinfachte Darstellung eines Kraftfahrzeug-Austriebssystems mit einer als Starter-Generator ausgebildeten elektrischen Maschine der hier beschriebenen Art.

[0049] In den Figuren sind funktionsgleiche oder -ähnliche Teile mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0050] Die folgende Beschreibung und Zeichnung behandeln nur den Fall eines mit einer Wicklung auszustattenden Ständers. Entsprechendes gilt jedoch für den Fall eines mit einer Wicklung auszustartenden Läufers.

[0051] Eine einstckig hergestellte Formteilwindung 1 gemäß Fig. 1 besteht beispielsweise aus Kupfer- und/oder Aluminiummaterial. Sie hat die Form eines in Windungsrichtung durchgehenden Ringes rechteckigen Außenquer-schnitts, der an einer Stelle 2 aufgeschnitten ist, wobei sich die beiden Ringenden an dieser Stelle 2 in einem Bereich 3 überlappen. Die Windung 1 bildet somit einen 360°-Umlauf. Strenggenommen ist der Umlaufwinkel wegen der Überlappung im Bereich 3 etwas größer als 360°. Zur Bil-

[0052] dung einer wendelförmigen Spule können die beiden Enden der Windung 1 im Überlappungsbereich 3 jeweils mit einer weiteren Windung verbunden (z. B. laserverschweißt) werden. Das Verbinden der Einzelwindungen 1 zu Spulen kann – wie unten näher erläutert wird – vor oder nach dem Einsetzen in die Nuten des Ständers einer elektrischen Maschine erfolgen. Gemäß Fig. 2 weist die Windung 1 im Querschnittsbereich der Spulenseiten 4 einerseits eine der Nutbreite entsprechende, relativ geringe Breite b und eine relativ große Höhe H auf. Gemäß Fig. 3 weist sie hingegen im Bereich der Verbindungsköpfe 5 demgegenüber im Querschnitt eine relativ große Breite B und andererseits eine relativ kleine Höhe h auf. Trotz dieser unterschiedlichen Querschnittsformen ist die Querschnittsfläche im Bereich der Spulenseiten 4 und der Verbindungsköpfe 5 im wesentlichen gleich. Die Höhe b beträgt beispielsweise 1/2 bis 1/5 der Höhe H. Die Höhe H beträgt beispielsweise das 0,5- bis 2fa-
che der Breite b. Der Überlappungsbereich 3 liegt in einem der Verbindungsköpfe 5. Eines der Windungsenden kann in

diesem Bereich mit einem (nicht dargestellten) Schlitz versehen sein, damit im Rahmen einer Laserverschweißung der Laserstrahl durch Ausrichtung auf einen Punkt im Schlitz dieses Windungsende durchlaufen und so seine Energie unmittelbarer an den zu verschweißenden, innenliegenden Oberflächen deponieren kann.

[0052] Gemäß Fig. 4 sind eine oder beide Verbindungs-köpfe 5 wenigstens über einen Teil 6 ihrer Länge im Querschnitt senkrecht zur Windungsebene gewellt oder zick-zack-förmig ausgebildet. Wie unten näher ausgeführt ist, erlaubt dies, den Abstand der Spulenseiten 4 der Windung 1 zu vergrößern oder zu verkleinern. Vorzugsweise entspricht die Periodenlänge L der Wellung bzw. Zickzack-Form dem mittleren Nutabstand. Hierdurch kommen jeweils die Berge und Täler der Verbindungs-köpfe von Windungen verschiedener Spulen (d. h. versetzt liegender Verbindungs-köpfe) deckungsgleich aufeinander zu liegen, was eine dichte Packung der Verbindungsleiter im Verbindungs-kopf erlaubt. Zur Erzielung einer solchen dichten Packung ist es bei versetzt liegenden Verbindungs-köpfen vorteilhaft, wenn sich eines der beiden geradlinig verlaufenden Enden des Verbindungs-kopf-Leiters auf der Höhe oberen Knicklinien der "Ziehharmonika" liegt (wie in Fig. 4 gezeigt), und das andere Ende auf der Höhe der unteren Knicklinie.

[0053] Ein Ständerkörper 7 gemäß Fig. 5 ist aus weichmagnetischem Material – meist in Form eines Blechpaketes hergestellt. Er weist Zähne 8 und Nuten 9 auf. Letztere verlaufen in Radialrichtung; demnach vergrößert sich ihr Abstand mit zunehmender Entfernung vom Mittelpunkt der elektrischen Maschine. In Fig. 5 ist auch veranschaulicht, wie die Windung 1 in die Nutköpfe 10 (d. h. die radial nach innen weisenden Nutöffnungen) und weiter in die Nuten 9 eingesetzt wird. In dem gezeigten Beispiel liegen zwei Nuten 9 zwischen den Spulenseiten 4. Bei einer dreisträngigen Wicklung für eine Drehstrom-Maschine, werden diese beiden dazwischen liegenden Nuten 9 durch Spulenseiten der beiden andern Wicklungsstränge belegt.

[0054] Im Verlauf der Einsetzbewegung muß sich der effektive Abstand der Spulenseiten 4 vergrößern z. B. durch die ziehharmonikaartige Ausgestaltung gemäß Fig. 4. Gemäß Fig. 6 kann der Spulenseitenabstand im entlasteten Zustand einer mittleren Radialposition entsprechen. Am Anfang der Einsetzbewegung muß er demnach verkürzt (durch Zusammendrücken der Ziehharmonika) und gegen deren Ende verlängert (durch Auseinanderziehen der Ziehharmonika) werden. Sofern die Windung 1 beim Einsetzen noch an der Stelle 2 offen ist, reicht es aus, nur einen der Verbindungs-köpfe 5 ziehharmonikaartig zu gestalten. Beim gegenüberliegenden Verbindungs-kopf 5 läßt die offene Stelle 2 die erforderlichen Längenänderungen zu. Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen, z. B. Außenläufer-Drehstrommaschinen, kann der Nutabstand im Verlauf der Einsetzbewegung abnehmen. Das Einsetzen der ziehharmonikaartigen Windungen erfolgt dort in entsprechender Weise.

[0055] Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen sind die Verbindungs-köpfe nicht längenvariabel ausgebildet. Um hier die erforderliche Verkürzung des effektiven Spulenseitenabstandes zu erzielen, wird die Windung 1 beim Einsetzen verkippt, so daß der Spulenseiten in der Projektion auf eine Ebene senkrecht zum Radius den nötigen verkürzten Spulenseitenabstand zeigen. Im Verlauf der Einsetzbewegung wird die Verkipzung entsprechend der Zunahme des Nutabstands verringert. Hierbei ist es erforderlich, daß für die Verkipzung der Spulenseiten 4 in der Nut 9 ausreichend Spiel vorhanden ist.

[0056] Statt die einzelnen Windungen erst nach dem Einsetzen in die Nuten miteinander zu verschweißen, können auch Spulenteile oder eine einstückige Spule 11 gemäß Fig.

7 mit mehreren Windungen 1 in die Nuten 9 eingesetzt werden. Der zum Einsetzen erforderliche Längenausgleich kann auch hier z. B. durch längenvariable Ausbildung der Verbindungs-köpfe 5 erzielt werden. Bei ziehharmonikaartiger Ausgestaltung können die Verbindungs-köpfe 5 dicht aufeinander liegen, da die Abstandsänderung von einer Windung zur nächsten im allgemeinen relativ klein ist, so daß die Berge und Täler der "Ziehharmonika" nahezu deckungsgleich liegen. Dies ist in Fig. 6 veranschaulicht. Alternativ zur längenvariablen Ausbildung kann die nötige Änderung des Spulenseitenabstands durch Schrägstellung der Spule 11 beim Einsetzen erzielt werden.

[0057] Die Spule 11 hat die Form einer Wendel, die unterbrechunglos mehrere Windungen aufweist. In dem in Fig. 7 dargestellten Beispiel hat sie zwei vollständige Windungen 1 sowie eine $\frac{3}{4}$ -Windung, entsprechend der Lage der mit Pfeilen gekennzeichneten Zuleitungen an verschiedenen Spulenseiten. Die Spule 11 kann zur Minimierung der Anzahl von Verbindungsstellen einstückig hergestellt sein. Sie kann aber auch vor dem Einsetzen aus mehreren einstückig hergestellten Windungen zusammengesetzt (z. B. verschweißt sein). Hierfür ist zwar eine größere Zahl von Verbindungsstellen erforderlich. Diese können aber ggf. kostengünstiger und mit besseren mechanischen und elektrischen Eigenschaften gegenüber dem Fall einer Verschweißung erst nach dem Einsetzen hergestellt werden.

[0058] Wie oben bereits angesprochen wurde, ist bei einer Mehrphasen-Wicklung die Spulenweite im allgemeinen größer als der Nutabstand, da die Spulen der verschiedenen Wicklungsstränge verschachtelt angeordnet sind. Beispielsweise zeigt Fig. 8 ein Wicklungsschema einer Dreiphasenwicklung mit den Strängen 13a, 13b und 13c. Die zugehörigen Spulen 11a, 11b, 11c sind hier vereinfacht als geschlossene Ringe dargestellt – tatsächlich handelt es sich bei ihnen um Wendeln mit z. B. acht Windungen. Die Spulen 11a, 11b, 11c sind elektrisch jeweils einerseits mit dem zugehörigen Strang 13a, 13b, 13c und andererseits mit der gemeinsamen Rückführung (Stampunkt) verbunden. Zwischen den Spulenseiten 4a, 4b, 4c der Spulen 11a, 11b, 11c liegen hier jeweils zwei Nuten 9, die von den Spulenseiten der zu den anderen Strängen gehörenden belegt sind.

[0059] Die Verschachtelung der Spulen schafft gewisse Schwierigkeiten hinsichtlich der Anordnung der Verbindungs-köpfe. Um eine überlappende Anordnung der Spulen 11 der einzelnen Stränge zu erlauben, können sich die Verbindungs-köpfe 5 der Spulen 11 gebündelt nach den Strängen in Radialrichtung ausweichen. Dies veranschaulicht die Ansicht auf die Wickelköpfe gemäß Fig. 9, wobei hier zur Vereinfachung eine ebene Abwicklung gezeigt ist. In dieser Darstellung verläuft die zum Mittelpunkt des Ständers weisende Radialrichtung r senkrecht zur Abwicklungsebene nach oben. Das Verbindungs-kopf-Bündel 12a der zum Strang 13a gehörenden Spulen 11 liegen radial am weitesten außen (also unten in Fig. 9), diejenigen 12b des zweiten Stranges 13b liegen radial mittig und diejenigen 12c des dritten Stranges 13c liegen radial innen (also oben in Fig. 9).

Die in Fig. 3 dargestellte flache Ausbildung der Verbindungs-köpfe 5 erlaubt die Bildung entsprechend flacher Verbindungs-kopf-Bündel, die nur einen Teil des in Radialrichtung zur Verfügung stehenden Raumes einnehmen und so radial ausweichend neben den Verbindungs-kopf-Bündeln der anderen Spulen geführt werden können. Auf der nicht gezeigten Seite liegen die Stränge 13a-c und die Rückführung. Die Verbindungs-kopf-Bündel 12a-c sind entsprechend den Fig. 6 und 7 aus teilweise zick-zackförmigen Verbindungs-kopf-Leitern 5 aufgebaut, was in Fig. 9 und 10 aus Gründen der schematischen Vereinfachung nicht dargestellt ist.

[0060] Um in die jeweilige Bündelebene zu gelangen, verlaufen die einzelnen Windungen beim Austritt aus den Nuten 9 gemäß Fig. 10 zunächst in Radialrichtung bis in die entsprechende Höhe, und verlaufen erst von dort weiter in tangentialer Richtung bis zur jeweils anderen Spulenseite 4 der betreffenden Spule 11. In der schematischem Fig. 10 ist die Erhöhung der Querschnittsfläche der Windungen 1 nicht dargestellt; diese ist durch ausreichende axiale Ausladung der Windungen 1 im Bereich ihres radialen Verlaufs erzielbar. Entsprechend können die nicht dargestellten Zu- und Abführungen geformt sein.

[0061] Bei herkömmlichen elektrischen Maschinen ist der Nutkopf i. a. polschuhartig verengt, was ein Herausfallen der Windungen aus den Nuten verhindert. Diese Verengung behindert den Aufbau der Wicklung kaum, da letztere herkömmlicherweise z. B. aus dünnen Einzeldrähten, die durch die Verengung passen, gewickelt wird. Bei der vorliegenden Erfindung verlangt jedoch das Einsetzen von einstckigen Formteil-Windungen oder Spulen, daß die Nuten keine wesentliche Verengung am Nutkopf aufweisen. Sofern die Nutköpfe nicht nach dem Einsetzen verengt werden (siehe unten), ist es vorteilhaft, die Spulen gegen Herausfallen zu fixieren. Hierzu können beispielsweise Sperrmittel in Form von Haltestiften 14 dienen, die am Blechpaket des Läufers in der Nähe der Nutköpfe angeordnet sind, z. B. in Axialrichtung weisen und so die Verbindungsköpfe 5 untergrenzen. Die Haltestifte 14 können beispielsweise in Löcher 15 eingesetzt sein, die in das Blechpaket des Ständers 7 eingesetzt sind. Sie können im Querschnitt beispielsweise kreis- oder rechteckförmig sein. Die Tiefe der Löcher 15 kann die gesamte Dicke des Blechpaketes oder nur einen Teil hiervon betragen. Die Stifte 14 können aus elektrisch leitendem Material (z. B. Eisen/Stahl) oder nicht-leitendem Material (isolierender Kunststoff) bestehen. Die Befestigung des Stiftes 14 im Loch 15 geschieht z. B. durch Preßpassung, also durch Einpressen.

[0062] Gemäß Fig. 12 kann der Haltestift 14 um eine Exzentrizität versetzt gegenüber der Achse des Lochs 15 ausgebildet sein. Durch Drehung des exzentrischen Stifts 14 nach dem Einsetzen der Spule 11 wird diese nicht nur gehalten, sondern auch angepreßt.

[0063] Um etwaige Nachteile einer Bohrung im Blechpaket vermeiden zu können, ist auch eine Befestigung des Stiftes 14 durch Schweiß-, Löt- oder Klebeverbindung möglich. Bei Anbringung des Stiftes 14 mittels Löttechnik kann insbesondere die aus der Mikroelektronik bekannte Bondetechnik Anwendung finden. Entsprechend zeigt Fig. 13 ein Ausführungsbeispiel mit angebondetem Haltestift 14. Zur Herstellung der Verbindung kann zunächst die Blechpaketoberfläche in den entsprechenden Bereich z. B. mit Hilfe eines Lasers gereinigt werden. Der Stift 14 wird dann an der entsprechenden Stelle an der Oberfläche des Blechpaketes gehalten und gemäß üblicher Bondetechnik durch Lotschwall verlötet.

[0064] Wie bereits oben erwähnt wurde, weisen die Nutköpfe 10 zumindest zum Zeitpunkt des Einsetzens der Windungen 1 bzw. Spulen 11 keine Verengung auf. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 14 verbleiben die Nutköpfe 10 bei der fertiggestellten elektrischen Maschine in diesem unverengt geöffneten Zustand.

[0065] Die offene Nut vergrößert aber den effektiven Luftspalt zwischen Ständer 7 und Läufer, was sich wirkungsgradverringend auswirken kann. Dies läßt sich z. B. dadurch vermeiden, daß das Blechpaket am Nutkopf 10 eine Biegenase 16 aufweist. Im Anfangszustand befindet sich diese in einer Offenstellung (Fig. 15), in der sie keine Verengung des Nutkopfes 10 bewirkt und somit das Einsetzen der Windungen 1 bzw. Spule 11 zuläßt. In Offenstellung ist die

Nase 16 beispielsweise in Radialrichtung gerichtet. Nach dem Einsetzen der Windungen 1 bzw. Spule 11 wird die Nase 16 in eine geschlossene Stellung umgebogen (Fig. 16). Der Fuß 17 der Nase 16 ist im Bereich des Umbiegequerschnitts so ausgebildet, daß Materialdopplungen durch eine Kerbe 18 (z. B. eine 90°-Kerbe) und Rißbildung durch eine Leibung 19 (z. B. eine Lochleibung) vermieden werden. In Geschlossenstellung verbleibt ein kleiner Luftspalt 20 mit einer Spaltbreite von beispielsweise 0,1 bis 0,5 mm. Im allgemeinen ist die Breite dieses Spalts etwas größer als diejenige des Luftspalts zwischen Ständer 7 und Läufer, um einen magnetischen Kurzschluß zu vermeiden.

[0066] Während bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 15 und 16 die Biegenase 16 nur einseitig am Nutkopf 10 angeordnet sind, zeigt Fig. 17 ein Ausführungsbeispiel mit beidseitigen Biegenasen 16. Der Luftspalt 19 liegt hier mittig über der Nut 9.

[0067] Neben ihrer Leistungsfunktion für den magnetischen Fluß können die Biegenasen 16 auch die mechanische Haltefunktion für die in die Nuten 9 eingesetzten Spulen 11 übernehmen, so daß Haltestifte oder dergleichen entfallen können.

[0068] Bevorzugt handelt es sich bei der elektrischen Maschine der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele um einen kombinierten Starter-Generator eines Kraftfahrzeugs mit Verbrennungsmotor. Besonders bevorzugt handelt es sich um einen sog. Kurbelwellenstarter-Generator, also einen kombinierten Starter und Generator, dessen Läufer direkt auf der Kurbelwelle oder einer Kurbelwellenverlängerung des Verbrennungsmotors sitzt und vorzugsweise permanent und ohne Zwischenübersetzung mit dieser mitdreht. Derartige Kurbelwellenstarter-Generatoren haben eine Leistung im Bereich von 4 kW bis 30 kW, bei einem Mittelklasse-Personenwagen z. B. 10 kW.

[0069] Fig. 18 veranschaulicht ein Kraftfahrzeug-Antriebssystem mit einem derartigen Kurbelwellenstarter-Generator. Und zwar weist das Antriebssystem einen Verbrennungsmotor 31 auf, der Drehmoment über eine Antriebswelle 32 (z. B. die Kurbelwelle), eine Kupplung 33 und weitere (nicht gezeigte) Teile eines Antriebsstrangs auf die Antriebsräder des Fahrzeugs abgibt. Auf der Antriebswelle 32 sitzt eine als Starter und Generator arbeitende elektrische Maschine 34, hier eine Asynchron-Drehstrommaschine oder eine mit Permanentmagneten ausgerüstete Synchron-Drehmaschine. Sie weist eine direkt auf der Antriebswelle 32 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Läufer 35 so wie einen z. B. am Gehäuse des Verbrennungsmotors 31 abgestützten Ständer 36 gemäß einem der obigen Ausführungsbeispiele auf. Die elektrische Maschine 34 und der Verbrennungsmotor 31 laufen permanent zusammen; das Starten des Verbrennungsmotors 1 erfolgt direkt ohne Übersetzung. Die (hier nicht dargestellte) Wicklung des Ständers 36 wird beispielsweise durch einen Wechselrichter mit elektrischen Strömen und Spannungen frei einstellbarer Amplitude, Phase und Frequenz gespeist.

[0070] Mit der Erfindung ist es möglich, Formfüllfaktoren von fast 100% (zwischen 90 und 98%, wenn die Wicklungsisolation berücksichtigt wird) zu erreichen. Der Einsetzvorgang ist relativ leicht automatisierbar, und die Anzahl der Schweißstellen ist reduziert. Insgesamt läßt sich dadurch eine besonders wirtschaftliche und qualitätsgesicherte Fertigung von elektrischen Maschinen verwirklichen.

Patentansprüche

1. Umlaufende elektrische Maschine mit einem Ständer oder Läufer, der folgendes umfaßt:
eine Wicklung mit mehreren Spulen (11) mit jeweils ei-

ner oder mehreren Windungen (1), und einen den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit Nuten (9), wobei die Spulen (11) in den Nuten (9) liegende Spulenseiten (4) und außerhalb der Nuten (9) liegende Verbindungsköpfe (5) bilden und jeweils aus einem oder mehreren Formteilen mit einer Querschnittsform und/ oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfen (5) unterschiedlich ist, gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine vollständige Windung (1) aus einem einstückig hergestelltem Formteil gebildet ist.

2. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch 1, bei welcher Ständer- bzw. Läuferkörper (7) bereits zum Zeitpunkt des Einsetzens der Windungen (1) oder Spulen (11) ein in Umfangsrichtung einstückiger Körper ist.

3. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Windung (1) in den Spulenseiten (4) die Nutbreite ausfüllt und in den Verbindungsköpfen (5) flacher und breiter als in den Spulenseiten (4) ausgebildet ist, wobei die Querschnittsfläche in diesen beiden Bereichen im wesentlichen gleich ist.

4. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher die Spule (11) mehrere Windungen (1) aufweist und wendelförmig ist.

5. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch 4, bei welcher die gesamte Spule (11) – oder mehrere Windungen (1) umfassende Teile der Spule (11) – aus einem vor dem Aufbau der Wicklung einstückigen Formteil gebildet ist/sind.

6. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher die Spule (11) verformbar ausgebildet, so daß der Abstand der Spulenseiten (4) so weit verändert werden kann, daß die Spule (11) bei radial auseinanderlaufenden Nuten (9) in den Ständer- bzw. Läuferkörper (7) einsetzbar ist.

7. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch 6, bei welcher zur Erzielung der Verformbarkeit der Spule (11) die Windungen (1) wenigstens in einem Teil des Verbindungskopfs (5) gewellt oder zick-zack-förmig ausgebildet sind.

8. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welcher die Nuten (9) an Nutköpfen (10) keinen Einzug aufweisen, um ein Einsetzen der Spule (11) in den Ständer- bzw. Läuferkörper (7) zu erlauben.

9. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher an den Nutköpfen (10) jeweils wenigstens eine Biegenase (16) ausgebildet ist, welche in einer Stellung ein Einsetzen der Spule (11) in den Ständer- bzw. Läuferkörper (7) erlaubt und in einer umgebogenen, anderen Stellung die Nut (9) teilweise verschließt.

10. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei welcher die Spule (11) durch Befestigungsmittel gegen ein Herausrutschen aus den Nuten (9) gesichert ist.

11. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch 10, bei welcher die Befestigungsmittel Sperrmittel, insbesondere Stifte (14), sind, welche die Spule (11) im Bereich des Verbindungskopfs (5) halten.

12. Umlaufende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, welche eine Mehrphasenmaschine ist und deren Wicklung entsprechend mehrere Stränge (13a, b, c) aufweist, wobei sich zu verschiedenen Strängen (13a, b, c) gehörende Spulen (11) überlappen.

13. Umlaufende elektrische Maschine nach Anspruch

12, bei welcher die Verbindungsköpfe (5) der einzelnen Spulen (11) gebündelt sind, und sich die Verbindungskopf-Bündel (12) überlappender Spulen (11) radial ausweichen.

14. Verfahren zur Herstellung eines Ständers oder Läufers einer umlaufenden elektrischen Maschine mit einer Wicklung mit mehreren Spulen (11), die eine oder mehrere Windungen (1) aufweisen und Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfe (5) bilden und aus Formteilen mit einer Querschnittsform und/oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfen (5) unterschiedlich ist, aufgebaut sind, und einem den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit Nuten (9), wobei die Wicklung dadurch aufgebaut wird, daß die Formteile, die jeweils wenigstens eine vollständige Windung bilden, in die Nuten (9) des Ständer- bzw. Läuferkörpers (7) eingesetzt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei bei den einzusetzenden Formteilen wenigstens eine vollständige Windung (1) einstückig hergestellt ist.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Windung (1) in den Spulenseiten (4) die Nutbreite ausfüllt und in den Verbindungsköpfen (5) flacher und breiter als in den Spulenseiten (4) ausgebildet ist, wobei die Querschnittsfläche in diesen beiden Bereichen im wesentlichen gleich ist.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Spule (11) mehrere Windungen (1) aufweist und wendelförmig ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die gesamte Spule (11) – oder ein mehrere Windungen (1) umfassendes Teil der Spule (11) – ein einstückiges Formteil ist und als Ganzes in den Ständer- bzw. Läuferkörper (7) eingesetzt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei die Spule (11) beim Einsetzen in einen Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit radial auseinanderlaufenden Nuten (9) verformt wird, so daß der jeweils erforderliche Abstand der Spulenseiten erzielt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei die Verformung der Spule (11) durch Zusammendrücken oder Auseinanderziehen eines gewellt oder zick-zack-förmig ausgebildeten Teils des Verbindungskopfs (5) erfolgt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 20, wobei das Einsetzen der Spule (11) durch Nutköpfe (10) erfolgt, die keinen Einzug aufweisen.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, wobei nach dem Einsetzen der Spule (11) an den Nutköpfen (10) ausgebildete Biegenasen (16) in eine die Nuten (9) teilweise verschließende Stellung gebogen werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 22, wobei die Spule (11) durch Befestigungsmittel gegen ein Herausrutschen aus den Nuten (9) gesichert werden.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei als Befestigungsmittel Sperrmittel, insbesondere Stifte (14), verwendet werden, welche die Spule (11) im Bereich des Verbindungskopfs (5) halten.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 24, wobei eine Mehrphasenmaschine hergestellt wird, deren Wicklung entsprechend mehrere Stränge (13a, b, c) aufweist, wobei sich zu verschiedenen Strängen (13a, b, c) gehörende Spulen (11) überlappen.

26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei die Verbindungsköpfe (5) der einzelnen Spulen (11) gebündelt

werden und so angeordnet werden, daß sich die Verbindungskopf-Bündel (12) überlappender Spulen (11) radial ausweichen.

27. Umlaufende elektrische Maschine mit einem Ständer oder Läufer, der folgendes umfaßt:
eine Wicklung mit mehreren Spulen (11) mit jeweils einer oder mehreren Windungen (1), und
einen den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit Nuten (9),
wobei die Spulen (11) in den Nuten (9) liegende Spulenseiten (4) und außerhalb der Nuten (9) liegende Verbindungsköpfe (5) bilden und jeweils aus einem oder mehreren Formteilen mit einer Querschnittsform und/ oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfen (5) unterschiedlich ist, gebildet sind,

dadurch gekennzeichnet, daß wobei
wenigstens eine vollständige Windung (1) aus einem einstückig hergestelltem Formteil gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß
die Spule (11) in den Verbindungsköpfen (5) verformbar ausgebildet ist, so daß der Abstand der Spulenseiten (4) zum Einsetzen der Spule (11) in radial auseinanderlaufenden Nuten (9) des Ständer- bzw. Läuferkörpers (7) veränderbar ist.

28. Umlaufende elektrische Maschine mit einem Ständer oder Läufer, der folgendes umfaßt:
eine Wicklung mit mehreren Spulen (11) mit jeweils einer oder mehreren Windungen (1), und
einen den magnetischen Fluß der Wicklung führenden Ständer- bzw. Läuferkörper (7) mit Nuten (9),
wobei die Spulen (11) in den Nuten (9) liegende Spulenseiten (4) und außerhalb der Nuten (9) liegende Verbindungsköpfe (5) bilden und jeweils aus einem oder mehreren Formteilen mit einer Querschnittsform und/ oder Querschnittsfläche, die in den Spulenseiten (4) und Verbindungsköpfen (5) unterschiedlich ist, gebildet sind,

dadurch gekennzeichnet, daß wobei
wenigstens eine vollständige Windung (1) aus einem einstückig hergestelltem Formteil gebildet ist, und
wobei die elektrische Maschine eine Mehrphasenmaschine ist, deren Wicklung entsprechend mehrere Stränge (13a, b, c) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß
sich zu verschiedenen Strängen (13a, b, c) gehörende Spulen (11) überlappen und die Verbindungsköpfe (5) der einzelnen Spulen (11) gebündelt sind, und sich die Verbindungskopf-Bündel (12) überlappender Spulen (11) radial ausweichen.

29. Umlaufende elektrische Maschine gemäß Anspruch 27 und einem der Ansprüche 2 bis 13 oder gemäß Anspruch 28 und einem der Ansprüche 2 bis 13.

- Leerseite -

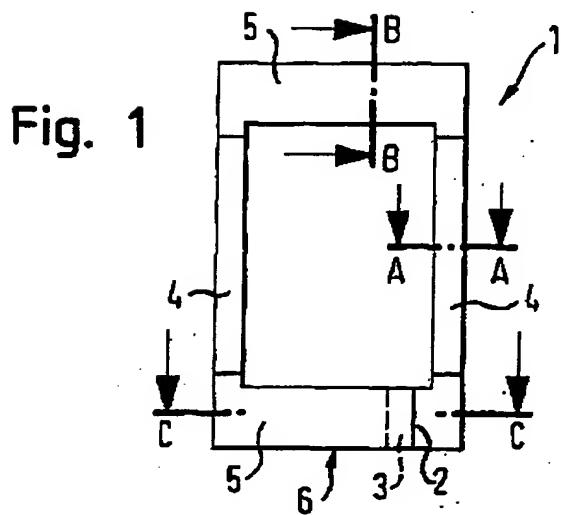


Fig. 2

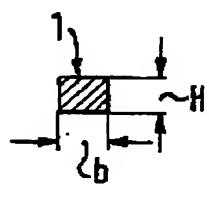


Fig. 3

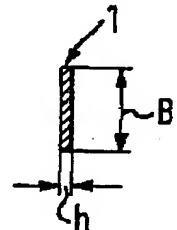


Fig. 4

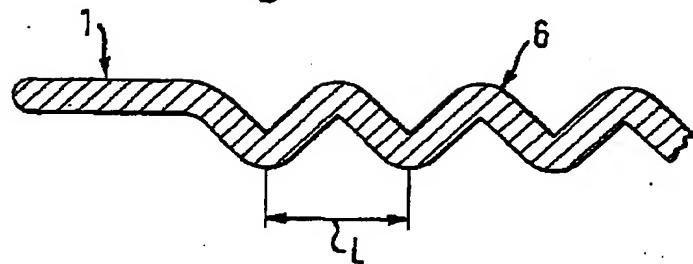


Fig. 5

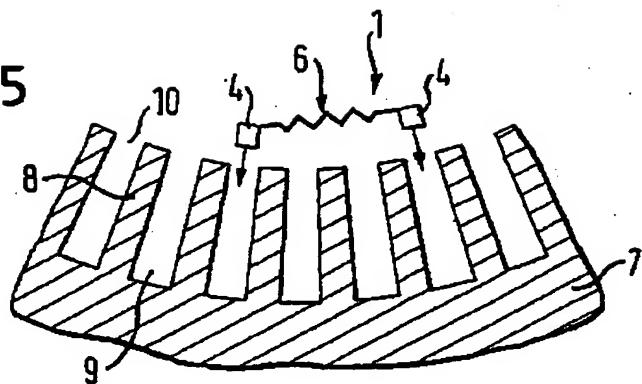


Fig. 6

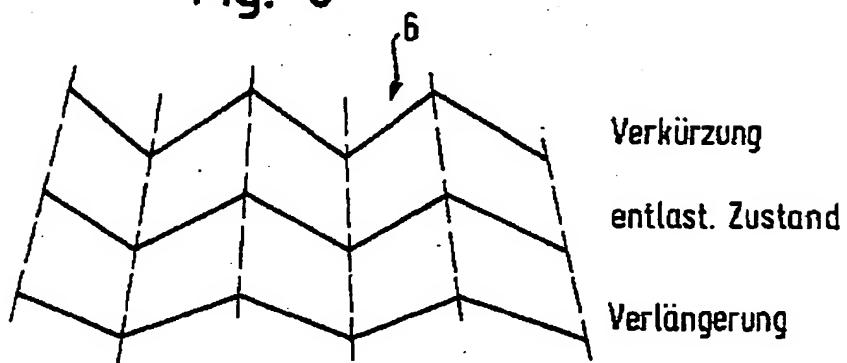
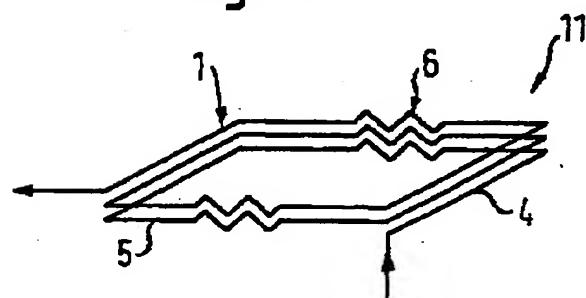


Fig. 7



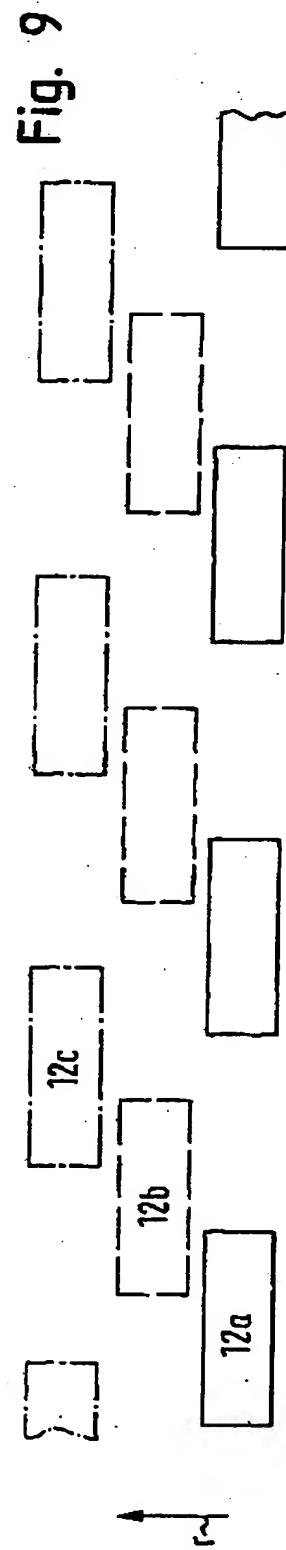
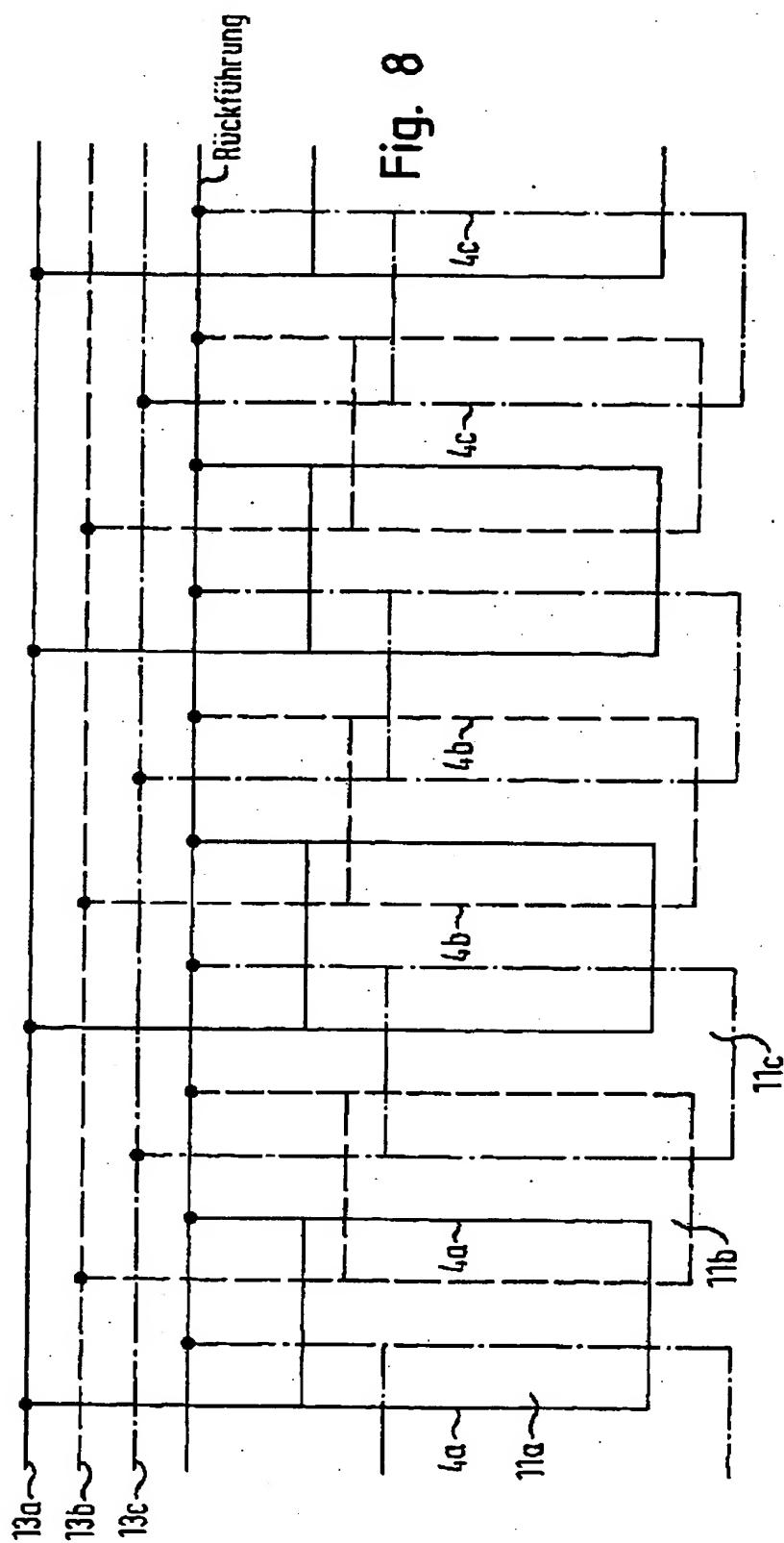


Fig. 10

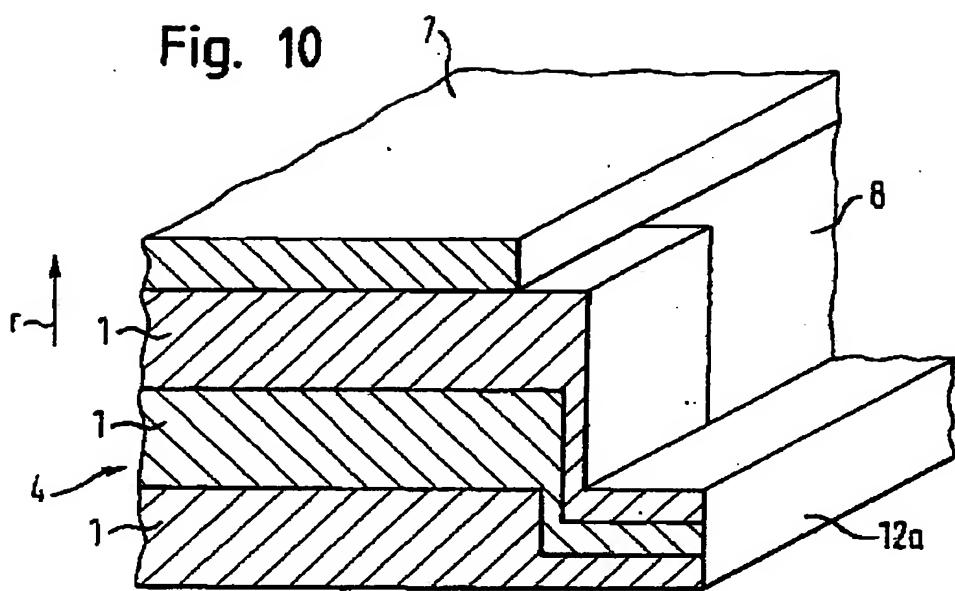


Fig. 18

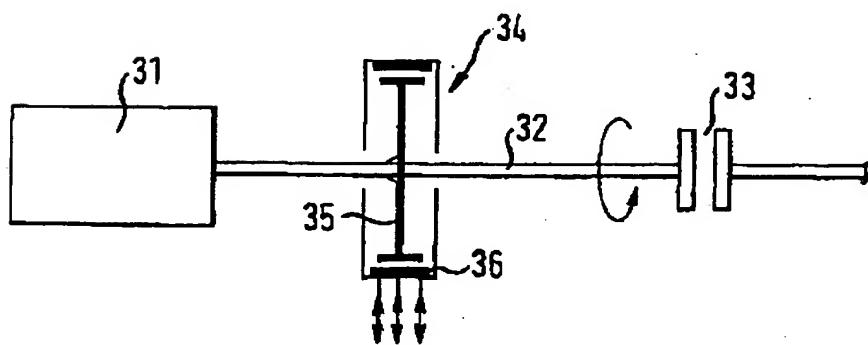


Fig. 11

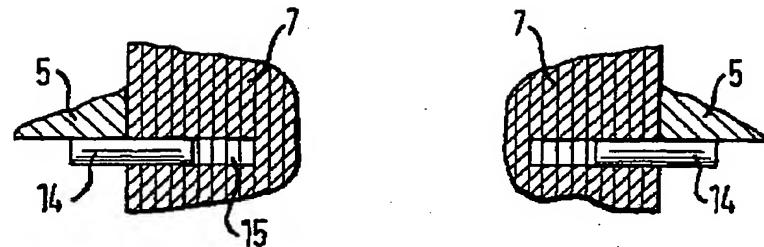


Fig. 12

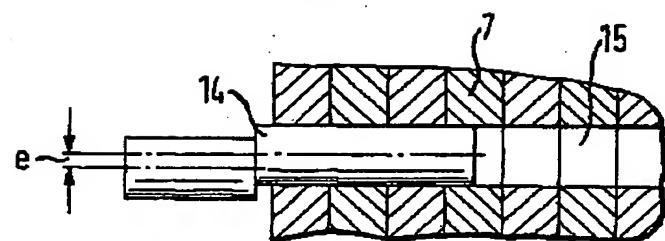
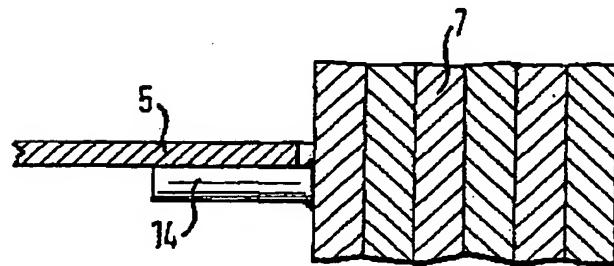


Fig. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAYSCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.